

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-059477

(43)Date of publication of application : 09.03.1993

(51)Int.Cl.

C22C 21/02

(21)Application number : 03-242578

(71)Applicant : NIPPON LIGHT METAL CO LTD  
NIKKEI TECHNO RES CO LTD

(22)Date of filing : 28.08.1991

(72)Inventor : KAMIO HAJIME  
YAMADA TATSU  
TSUCHIYA KENJI

## (54) ALUMINUM ALLOY FOR FORGING

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an aluminum alloy for forging in which the coarsening of crystalline grains is suppressed by the regulation of components and excellent in mechanical properties.

CONSTITUTION: This aluminum alloy for forging contains, by weight, 1.0 to 1.5% Si, 0.4 to 0.9% Cu, 0.2 to 0.6% Mn, 0.8 to 1.5% Mg, 0.3 to 0.9% Cr, 0.03 to 0.05% Ti and 0.0001 to 0.01% B, in which the content of Fe is regulated to < 0.2%. Furthermore, the total content of Mn+Cr is regulated to  $\leq 1.2\%$ . Moreover 0.1 to 0.2% Zr can be incorporated therein according to the demand. This alloy can be used in a wide range as vehicle parts, the structural materials for various machines or the like by making use of its excellent mechanical properties.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.05.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2697400

[Date of registration] 19.09.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-59477

(43) 公開日 平成5年(1993)3月9日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

識別記号

F I

C22C 21/02

8928-4K

審査請求 未請求 請求項の数2 (全6頁)

(21) 出願番号 特願平3-242578

(22) 出願日 平成3年(1991)8月28日

(71) 出願人 000004743

日本軽金属株式会社  
東京都港区三田3丁目13番12号

(71) 出願人 000152402

株式会社日軽技研  
東京都港区三田3丁目13番12号

(72) 発明者 神尾 一

静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号  
株式会社日軽技研内

(72) 発明者 山田 達

静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号  
株式会社日軽技研内

(74) 代理人 弁理士 小橋 信淳 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鍛造用アルミニウム合金

(57) 【要約】

【目的】 成分調整によって結晶粒の粗大化を抑制し、機械的性質が優れた鍛造用アルミニウム合金を得る。

【構成】 この鍛造用アルミニウム合金は、Si: 1.0~1.5重量%, Cu: 0.4~0.9重量%, Mn: 0.2~0.6重量%, Mg: 0.8~1.5重量%, Cr: 0.3~0.9重量%, Ti: 0.03~0.05重量%及びB: 0.0001~0.01重量%を含有し、Fe含有量を0.2重量%未満に規制している。また、Mn+Crの合計含有量は、1.2重量%以下に調整されている。更に、必要に応じて、Zr: 0.1~0.2重量%を含有することもできる。

【効果】 優れた機械的性質を活かし、車両用部品、各種機械の構造材料等として広範な分野で使用される。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Si: 1.0~1.5重量%, Cu: 0.4~0.9重量%, Mn: 0.2~0.6重量%, Mg: 0.8~1.5重量%, Cr: 0.3~0.9重量%, Ti: 0.03~0.05重量%及びB: 0.0001~0.01重量%を含有し、Fe含有量を0.2重量%未満に規制すると共に、Mn+Crの合計含有量を1.2重量%以下に設定したことを特徴とする鍛造用アルミニウム合金。

【請求項2】 Si: 1.0~1.5重量%, Cu: 0.4~0.9重量%, Mn: 0.2~0.6重量%, Mg: 0.8~1.5重量%, Cr: 0.3~0.9重量%, Ti: 0.03~0.05重量%, Zr: 0.1~0.2重量%及びB: 0.0001~0.01重量%を含有し、Fe含有量を0.2重量%未満に規制すると共に、Mn+Crの合計含有量を1.2重量%以下に設定したことを特徴とする鍛造用アルミニウム合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、微細な結晶組織をもち、強度、伸び等の機械的性質が優れた鍛造用アルミニウム合金に関する。

## 【0002】

【従来の技術】熱間鍛造用のアルミニウム合金としては、6061、6066、6070、6082等の6000番台のAl-Mg-Si系合金が従来から使用されている。なかでも、6061合金が、最も多く鍛造材として使用されている。しかし、6061合金は、引張り強さが27~33kgf/mm<sup>2</sup>程度であり、いわゆる中強度部材として使用されている。

【0003】6000番台のアルミニウム合金は、熱間鍛造によって強度を向上させ且つ所定形状に成形された後、T<sub>1</sub>等の熱処理が施されている。ところが、熱処理によって加工組織の再結晶粒が粗大化し、強度、伸び等の機械的性質が低下する。熱処理による再結晶粒の粗大化は、特に50%以上の高加工率で鍛造されたもので顕著に発生する。

【0004】そこで、特開平1-283337号公報では、Mn、Cr、Zr等を添加することによって結晶粒の粗大化を抑制することが提案されている。所定量のMn、Cr及びZrをAl-Mg-Si系のアルミニウム合金に複合添加するとき、鍛造、熱処理等の工程において結晶粒の成長が抑制され、微細な結晶組織をもつ材料が得られるとされている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】最近の傾向として、フレームやサスペンション等の自動車部品として使用される材料に対しては、鍛造及びT<sub>1</sub>熱処理後の強度として40kgf/mm<sup>2</sup>以上の引張り強さが要求されるようになってきている。この点、前掲公報に記載されている

アルミニウム合金は、結晶粒が微細である点に関して従来の材料よりも優れた特性を呈するものの、引張り強さ、耐力、伸び等の機械的性質が劣り、市場ニーズを十分満足する材料とはいえない。

【0006】そして、鍛造後そのまま鍛造及びT<sub>1</sub>熱処理した材料又は鍛造後に押出しを経て鍛造及びT<sub>1</sub>熱処理した材料について、40kgf/mm<sup>2</sup>以上の引張り強さをもつアルミニウム合金は、これまでのところ実用化されていない。

【0007】本発明は、従来のAl-Mg-Si系アルミニウム合金が有する問題を解消すべく案出されたものであり、Cu、Cr、Mn、Zr等の合金元素の含有量を総合的に調整することにより、マトリックスの強度向上及び結晶粒の粗大化抑制を図り、T<sub>1</sub>熱処理後で引張り強さ40kgf/mm<sup>2</sup>及び伸び15%以上の優れた機械的性質を有し、アルミニウム合金本来の軽量性を活かした各種備品、構造材等として使用される鍛造用アルミニウム合金を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の鍛造用アルミニウム合金は、その目的を達成するため、Si: 1.0~1.5重量%, Cu: 0.4~0.9重量%, Mn: 0.2~0.6重量%, Mg: 0.8~1.5重量%, Cr: 0.3~0.9重量%, Ti: 0.03~0.05重量%及びB: 0.0001~0.01重量%を含有し、Fe含有量を0.2重量%未満に規制すると共に、Mn+Crの合計含有量を1.2重量%以下に設定したことを特徴とする。また、この鍛造用アルミニウム合金は、任意成分としてZr: 0.1~0.2重量%を含有することも可能である。

## 【0009】

【作用】Al-Mg-Si系アルミニウム合金は、Mg<sub>2</sub>Siの析出によって強度を確保している。また、この系統の合金にCu、Cr、Mn等を添加するとき、マトリックスの固溶強化によって強度が向上する。したがって、既存の6061合金よりも高い強度をもつアルミニウム合金を得るためには、先ずSi及びMgを増量し、Mg<sub>2</sub>Siの析出量を増加させることが考えられる。しかし、単純にSi及びMgの含有量を増すだけでは、伸び、靱性等が低下するばかりでなく、目標とする強度改善効果も得られない。

【0010】そこで、本発明者等は、Mg<sub>2</sub>Si系析出物が機械的性質に与える影響及びT<sub>1</sub>熱処理が鍛造材のマクロ組織の結晶成長に与える影響を、種々の観点から調査した。その結果、Mg<sub>2</sub>Si系析出物の作用を有効に活用し、且つマクロ組織の結晶成長を抑制するためには、合金成分及びその含有量を相互の関係を考慮しながら定める必要があるという結論に至った。

【0011】先ず、必要とするMg<sub>2</sub>Si系析出物の作用及びマクロ組織の微細化を図る上で、本発明者等の実

験によると、Si及びMg含有量をそれぞれ1.0～1.5重量%及び0.8～1.5重量%に規定することが必要であることを見出した。しかし、Si及びMgの含有量がこの範囲にあっても、熱間押し後のアルミニウム合金にT。熱処理を施したり、熱間或いは冷間鍛造したアルミニウム合金をT。熱処理するとき、急激な再結晶粒の成長によってマクロ組織が粗大化し、強度、伸び等の機械的性質が低下する現象がある。

【0012】このような加工組織を熱処理することによる再結晶粒の粗大化は、Cr及びMnの併用添加によって抑制される。そして、得られるアルミニウム合金は、微細な結晶粒をもつ組織となり、強度及び伸びが改善される。Cr及びMnの併用添加による性質改善は、熱間或いは冷間での加工を行った後で溶体化処理した際に再結晶が粗大に成長するのを抑制する作用があることに起因するものと推察される。

【0013】Cr及びMnに加えて更にZrを併用添加すると、伸びが一層向上すると共に、結晶組織がより微細なものとなる。これは、Mn及びCrが再結晶粒の粗大化を抑制する作用・効果を有するのに対して、ジルコニウムは、Mn及びCrの結晶粒成長抑制効果を越えるような高加工率域においてMn及びCrの抑制効果がなくなって再結晶する場合に再結晶粒を微細化する作用を呈することに起因するものと推察される。

【0014】以下、各合金元素及び含有量について、説明する。Si：析出効果によってアルミニウム合金の強度を向上させる元素である。Mgと併用添加しているので、Mg<sub>2</sub>Si系化合物が析出し、強度向上作用が得られる。このようなSi添加の作用は、Si含有量が1.0重量%以上で顕著となる。しかし、多量のSi含有は、合金の液相線温度が高くなるに伴って溶製、 casting等が困難になり、しかも押し及び鍛造加工性等を低下させる。そこで、Si含有量は、1.0～1.5重量%の範囲に規定した。

【0015】Cu：マトリックスを固溶強化し、Mg<sub>2</sub>Si析出による強度改善作用を促進させる上で有効な合金元素であり、0.4重量%以上の含有量が必要とされる。しかし、0.9重量%を超える多量のCuを含有させると、焼入れ感受性、耐食性等が劣化する。したがって、Cu含有量は、0.4～0.9重量%の範囲に規定した。

【0016】Mn：結晶粒の成長を抑制し、熱処理後の組織を微細に維持する上で有効な合金元素であり、0.2重量%以上含有させることが要求される。しかし、0.6重量%を超える多量のMnを含有させるとき、鍛造時の加工性が悪くなる。したがって、0.2～0.6重量%の範囲にMn含有量を設定した。

【0017】Mg：Siと反応しMg<sub>2</sub>Si系化合物となってマトリックスに析出し、アルミニウム合金の強度を向上させる。この析出効果を得るため、0.8重量%

以上のMg含有量が必要である。しかし、1.5重量%を超えるMgを含有させると、析出効果が飽和するばかりでなく、焼入れ感受性が低下する。この点で、Mg含有量を0.8～1.5重量%の範囲に規定した。

【0018】Cr：Mnと共同して結晶粒の粗大化を抑制する上で重要な合金元素であり、0.3重量%以上の含有量が必要である。しかし、0.9重量%を超えてCrを含有させるとき、加工性が低下する。したがって、Cr含有量は、0.3～0.9重量%の範囲に規定した。

【0019】Cr含有量は、Mn含有量との合計で1.2重量%以下に調整することが必要である。Cr+Mnの合計含有量を1.2重量%以下に維持しておくとき、他に悪影響を与えることなく、前述したCr及びMnの併用添加による効果が得られる。これに対し、Cr+Mn含有量が1.2重量%を超えると、巨大なAl-Mn-Cr系の化合物が析出し易くなり、アルミニウム合金の伸びが著しく低下する。

【0020】Ti：結晶粒の微細化を図る上で、有効な合金元素である。結晶粒微細化作用は、Ti含有量が0.03重量%を超えると顕著になる。また、Ti添加によって組織が微細化されたアルミニウム合金は、ビレットに casting割れ等の欠陥が発生するのを抑制している。しかし、多量のTi含有は、アルミニウム合金の靱性を劣化させるので、上限を0.05重量%に設定した。

【0021】B：Tiと同様に、結晶粒の微細化に有効な合金元素であり、0.0001重量%以上の含有量でその効果がみられる。また、B含有量の上限は、Ti含有量と同様な理由から0.01重量%に設定した。

【0022】Fe：不純物としてアルミニウム合金に混入する元素であるFeは、Al-Fe-Si系化合物となってマトリックスに分散される。このAl-Fe-Si系化合物は、伸び及び耐食性に悪影響を与える。したがって、Fe含有量は、少なければ少ない程よい。しかし、過度にFe含有量を下げると、合金の溶製を困難にする。したがって、Fe含有量は、実質的な悪影響がみられない0.2重量%に上限を設定した。

【0023】Zr：Mn及びCrと共同して、結晶粒の粗大化を抑制する上で有効な合金元素である。Zrは、特に押し工程を経た鍛造品に押しによって形成された繊維組織を残存させ、引張り強さを向上させることにも作用する。このようなZr添加の作用は、0.1重量%以上のZr含有量で顕著になる。しかし、多量のZr含有は加工性に悪影響を与えるので、Zrを添加するときは、その上限を0.2重量%とした。

【0024】このアルミニウム合金は、連続 casting等によって製造されたビレットを熱間鍛造した後、T。熱処理を施すことにより所定の製品とされる。また、熱間鍛造に先立って、押しによって棒状或いは柱状に成形することもできる。得られた製品は、40kgf/mm<sup>2</sup>以

上の引張り強さ及び15%以上の伸びを有する。

本発明を具体的に説明する。

【0025】

【0026】

【実施例】以下、図面を参照しながら、実施例によって

【表1】

表1: 使用したアルミニウム合金の種類

試験 番号	合金成分及び含有量 (残部はAl及び不純物, 単位: 重量%)									備 考
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Zr	B	
1	1.26	0.16	0.81	0.25	0.99	0.41	0.03	—	0.002	本 発 明 例
2	1.19	0.15	0.76	0.38	0.95	0.39	0.03	—	0.002	
3	1.21	0.14	0.82	0.25	0.98	0.37	0.03	0.13	0.002	
4	1.21	0.15	0.83	0.41	1.01	0.36	0.04	0.14	0.003	
5	1.60	0.15	0.50	0.39	1.60	0.90	0.03	—	0.002	比 較 例
6061	0.66	0.20	0.32	0.01	1.00	0.12	0.01	—	—	
6066	1.39	0.24	1.02	0.84	1.12	0.01	0.02	—	—	
6070	1.41	0.22	0.29	0.67	0.86	0.01	0.01	—	—	
6082	1.02	0.22	0.01	0.50	0.90	0.08	0.01	—	—	本 発 明 例
6	1.23	0.16	0.49	0.25	1.00	0.40	0.04	—	0.003	
7	1.16	0.15	0.47	0.39	0.95	0.39	0.03	—	0.002	
8	1.21	0.15	0.47	0.35	0.97	0.41	0.03	0.13	0.002	比 較 例
9	1.70	0.14	0.52	0.40	1.61	0.88	0.03	—	0.002	
6061	0.60	0.26	0.30	0.01	1.10	0.12	0.03	—	—	
6066	1.33	0.23	0.91	0.87	1.14	0.01	0.03	—	—	
6070	1.43	0.21	0.28	0.68	0.89	0.01	0.03	—	—	

【0027】表1に示した成分及び組成のアルミニウム合金を、溶製し、連続鋳造によって外径325mm、長さ600mmのビレットに製造した。得られたビレットを直径74mmの丸棒に押し出し、次いで熱間鍛造した後、T<sub>1</sub>処理を施した。また、別に押し出しを省略し、鋳造で得られた直径84mmのビレットを面研削し、540℃で8時間加熱する均熱処理をした後、熱間鍛造した

ものに対してT<sub>1</sub>処理を施した。

【0028】熱間鍛造は、温度450℃、加工率60%で行った。また、T<sub>1</sub>処理としては、熱間鍛造された丸棒を530℃に2時間加熱した後、水冷し、175℃に8時間焼き戻す熱履歴を採用した。

【0029】熱処理が施された各試験片について、結晶組織を観察し、粒径を測定した。また、引張り強さ、耐

力及び伸びについて、調査した。これら測定結果を、表2に示す。

【0030】

【表2】

表2： 各種アルミニウム合金の物性及び機械的性質

試験 番号	処 理	結晶粒径 $\mu m$	引張り強さ $kgf/mm^2$	0.2%耐力 $kgf/mm^2$	伸 び %	備 考
1	鑄造 ↓ 押出し ↓ 熱間鍛造 ↓ 熱処理	200~600	43.5	37.8	15.5	本発明例
2		150~400	44.3	38.5	17.0	
3		120~350	43.1	37.8	17.7	
4		120~250	43.6	38.1	17.3	
5	6061 6066 6070 6082	150~400	41.0	40.0	6.0	比較例
6061		400~1000	33.1	28.8	20.9	
6066		250~650	36.7	32.0	14.4	
6070		300~600	36.3	31.5	11.8	
6082	6 7 8 9	400~500	33.1	30.2	8.7	比較例
6		120~300	40.7	35.5	15.1	
7		120~220	41.2	36.4	15.0	
8		120~210	40.1	35.7	15.2	
9	6061 6066 6070	120~200	38.0	36.0	6.0	比較例
6061		250~400	32.4	28.3	14.7	
6066		260~300	38.0	31.9	9.2	
6070		300~450	38.4	32.6	7.5	

【0031】表2から明らかなように、本発明に従った試験番号1~4及び6~8のアルミニウム合金は、何れも $40kgf/mm^2$ 以上の高い引張り強さをもっていた。また、伸びも、15%以上と大きなものであった。この優れた引張り強さ及び伸びは、押出し工程を経たもの、及び鑄造後に直接熱間鍛造されたものの何れにおいても共通していた。

【0032】これに対して、6061、6066、6066及び6070合金は、最高で $38.4kgf/mm$  50

<sup>2</sup>の引張り強さをもつに過ぎなかった。しかも、最高に引張り強さを示す6070合金は、伸びが7.5%と極めて小さいものであった。また、比較例として掲げたSi及びMgの含有量が多く且つ $Cr+Mn>1.2$ 重量%の試験番号5のアルミニウム合金は、引張り強さが $41kgf/mm^2$ と大きいものの、伸びが6%と極めて小さい値を示した。他方、試験番号9のアルミニウム合金は、引張り強さが $38kgf/mm^2$ と小さく、伸びも6%に過ぎなかった。

## 【 0 0 3 3 】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明においては、 $Mg_2Si$ の析出によって強度を向上させた $Al-Mg-Si$ 系において $Cu$ 、 $Cr$ 、 $Mn$ 、 $Zr$ 等の合金元素の含有量を調整することによって、熱処理後に結晶

粒の粗大化が抑制されると共に、引張り強さ、耐力、伸び等の機械的性質も改善されたアルミニウム合金が得られる。このアルミニウム合金は、その優れた性質を利用して、自動車等の車両用部品、各種機械用の構造材料等として広範な分野で使用される。

---

フロントページの続き

(72)発明者 土屋 健二

静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号

株式会社日軽技研内